

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

特開平11-38395

(43) 公開日 平成11年(1999)2月12日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
G02F 1/1333

識別記号

500

F I  
G02F 1/1333

500

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全13頁)

(21) 出願番号

特願平9-197196

(22) 出願日

平成9年(1997)7月23日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 芦田 純生

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33 株式会  
社東芝生産技術研究所内

(72) 発明者 山田 啓作

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33 株式会  
社東芝生産技術研究所内

(72) 発明者 原 雄二郎

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33 株式会  
社東芝生産技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 須山 佐一

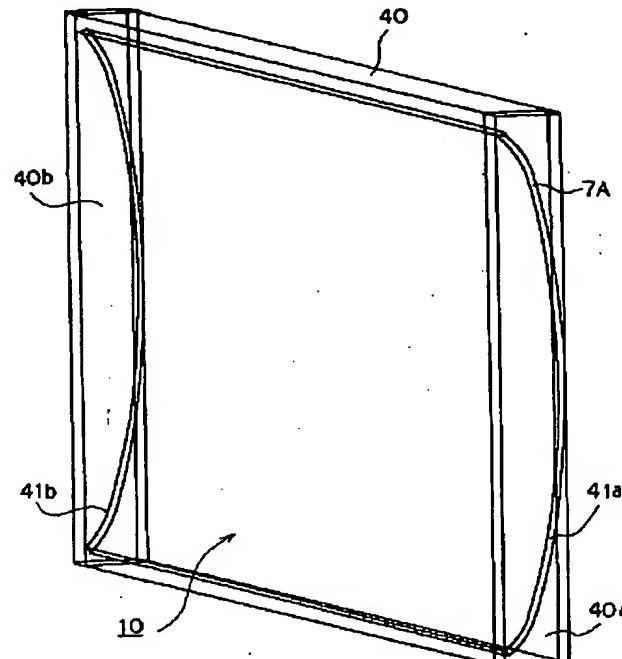
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子および液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 樹脂基板あるいは薄いガラス基板を用いた軽量で信頼性が高い液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 液晶液晶表示素子10を単曲面形状を有するように筐体40で保持する。液晶表示素子の形状を予め定められた曲面形状に保持することで不規則なたわみや意図しない座屈を防止することができ、また、液晶表示素子の背面に形成される空間に駆動ドライバICなどを実装でき、スペース効率の良い、狭額縁のディスプレイを提供できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の電極が配設された第1の基板と、第2の電極が配設された第2の基板と、前記第1の基板と前記第2の基板との間隙を実質的に均一に保持する手段と、前記第1の基板の前記第2の基板との間隙に挟持された液晶層とを具備し、前記第1の基板と前記第2の基板と液晶層とを含む積層構造が単曲面形状を有することを特徴とする液晶表示素子。

【請求項2】 前記第1の基板または前記第2の基板の少なくとも一方は、前記第1の基板および前記第2の基板の長辺方向または短辺方向のいずれか1方向と実質的に平行な母線を有する単曲面形状を有するよう、前記母線の方向と実質的に垂直な方向に沿って残留応力分布を有することを特徴とする請求項1に記載の液晶表示素子。

【請求項3】 前記第1の基板と前記第2の基板との間隙が大気圧に対して減圧されるように調節する圧力調節手段をさらに具備したことを特徴とする請求項1乃至2のいずれかに記載の液晶表示素子。

【請求項4】 前記第1の基板または前記第2の基板の少なくとも一方は、可撓性を有する樹脂材料からなることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の液晶表示素子。

【請求項5】 液晶表示素子と、前記液晶表示素子を単曲面形状に保持する手段とを具備したことを特徴とする液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は液晶表示素子に関し、特に樹脂などの可撓性材料を基板として用いた液晶表示素子に関する。また本発明は液晶表示素子を筐体などで保持した液晶表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 液晶表示素子は、小型・薄型・低消費電力と高品位な表示を兼ね備えた表示素子として普及しつつある。液晶表示素子は、液晶層を挟持する基板として厚さ約0.5mm程度以下の極めて薄いガラス基板を用いたり、また樹脂基板を用いることによりさらなる軽量化が可能であり、可搬性がより高くなる。しかしながら、従来の技術に亘るこのような液晶表示素子を作成した場合は、液晶表示素子の自己保持機能が十分でないため、液晶表示素子を機械的に支持するためのリジッドな基体、例えば金属で作成した裏板などを用いる必要があった。そのため、厚いガラスのような自己保持強度が十分ではあるが比重が大きい（重い）材料を基板に用いた場合に比較すれば、軽量化の効果が見られるものの、形状保持のためだけに金属等の裏板を導入するのは効果に比べて負担が大きいといえる。もし裏板を使用しない

と、液晶表示素子に厚い基板を使用せざるを得ないか、あるいはわずかな応力によっても撓んだり、座屈によつて平面性が乱れてしまう問題を覚悟しなくてはならない。

【0003】 ここで厚いガラス板とは、従来から用いられてきた厚さ約0.7mm程度以上で、表示画面のサイズに応じて十分な自己形状保持能力を有するものをいい、一方本発明の趣旨である極薄ガラス板とは、厚さ約0.5mm程度以下で、表示画面サイズに応じた自己形状保持能力が十分でないものをいう。

【0004】 撥みの原因となる応力は、液晶セル内に封入した液晶材料のわずかな厚さむらや、薄膜トランジスタ等を構成する薄膜の残留応力、さらに基板自体が受けける重力などに起因する。極薄ガラス板や薄い樹脂基板を用いると、乱れかたが不規則になりやすく、表示が見にくくなるという問題があった。

【0005】 さらに従来の技術では、基板がほぼ平面であるために、使用場所に照明が設置されている場合や屋外で使用した場合、輝度の高い物体が画面内に映り込んでしまうという映り込みや、表示画面がギラついてしまうという問題が避けられなかった。

【0006】 さらに従来の技術では、ドライバICなどの付加部品をパネルの外枠に配置するため、額縁が大きくなってしまう問題があった。

【0007】 近年、電子計算機をはじめとして電子情報機器の小型化、軽量化が進んでいる。特に、ノート型パソコンやモバイルコンピュータ等をはじめとする携帯用情報機器も休息に普及しつつあり、これら機器に表示装置の占める重量的な割合は大きい。液晶表示装置は表示装置の中でも軽量なものであり、携帯用情報機器、携帯電話、PHSなどの表示装置としても幅広く用いられているが、さらなる軽量化が求められている。しかしながら、液晶表示装置は通常ガラス基板上に形成されている。今以上の軽量化に対応するためには、現在のガラスから樹脂などのより軽量な材料で基板を形成する技術の確立が求められている。

【0008】 しかしながら、樹脂の熱膨張係数は、ガラスなどに比べて遙かに大きく、液晶表示素子の製造プロセスでの熱的負荷や実際の使用環境での温度変化に対応するのが困難である。さらに樹脂には一般的に吸湿性があり、樹脂中の水分量によりその大きさが変化してしまうという問題もある。

【0009】 このことは、液晶表示素子の製造後も使用環境の温度湿度に対して、基板の寸法が変化してしまうことを意味する。2枚の基板間に液晶を封入する構造では、この基板の寸法変化は力学的な歪みとなって現れる。この力学的歪みにより基板間の間隙に不均一な部分が生じると、表示ムラを生じてしまうという問題がある。

【0010】 また、2枚の基板のうち一方の基板に樹脂

基板を用いるなど、2枚の基板を異なった材質のものにするのは極めて困難である。なぜなら材料の異なる2枚の基板間で、熱膨脹係数、吸湿膨張などを整合させなくてはならないからである。

【0011】さらに2枚の基板に同じ材料を用いる場合でも歪みは現れる。なぜなら、温度や、湿度変化の過渡的な状態では2枚の基板の膨張・収縮がそれぞれ異なり、また、裏面に照明光学系を必要とする透過型液晶表示装置では、照明光学系側の基板のほうがより大きく照明の熱的な影響を受けるためである。

#### 【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明はこのような問題点を解決するためになされたものである。すなわち本発明は、表示品質を損なうことなく軽量化することができる液晶表示素子を提供することを目的とする。

【0013】また本発明は、液晶層を挟持する基板として樹脂基板を用いた場合でも、温度変化や湿度などの影響を大きく低減することができ、耐久性が高く、かつ経時変化の少ない、軽量な液晶表示素子および液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0014】さらに、液晶表示素子とその周辺部品を高い空間効率で配設することができ、額縁の狭い液晶表示装置を提供することを目的とする。また本発明は表示画面のギラつきや映り込みの小さな視認性の高い液晶表示素子を提供することを目的とする。

#### 【0015】

【課題を解決するための手段】このような課題を解決するため、本発明は下記のような構成を備えたものである。

【0016】すなわち本発明の液晶表示素子は、第1の電極が配設された第1の基板と、第2の電極が配設された第2の基板と、前記第1の基板と前記第2の基板との間隙を実質的に均一に保持する手段と、前記第1の基板の前記第2の基板との間隙に挟持された液晶層とを具備し、前記第1の基板と前記第2の基板と液晶層とを含む積層構造が単曲面形状を有することを特徴とする。液晶表示素子とは、2枚の基板間に液晶層を挟持したパネルのことであり、液晶表示装置とは液晶表示素子に、この液晶表示素子の駆動回路、バックライト（透過型の場合）、電源回路などの周辺回路を搭載したものをいう。液晶表示素子には、アレイ基板の表示領域の周囲に走査線駆動回路、信号線駆動回路などを一体的に形成したものもあるが、本発明ではこれも液晶表示素子の範疇に含む。また、第1の電極とは例えばマトリクス状に配設された画素電極であり、第2の電極とは例えば対向電極であるが（アクティブマトリクス型液晶表示素子の場合）、第1の基板に対向電極を配設し、第2の基板に画素電極を配設するようにしてもよい。また、第1の電極、第2の電極とも短冊状の電極にするようにしてもよい（単純マトリクス型液晶表示装置の場合）。また前記

第1の基板と前記第2の基板との間隙を実質的に均一に保持する手段としては、例えばスペーサーなどをあげることができる。スペーサーは基板上に散布するタイプのものに限らず、例えば第1の基板または第2の基板の非画素領域に柱状に配設するようにもよい。また、ポリマーマトリクスに液晶組成物を分散させたようなタイプの液晶層を採用する場合には、このポリマーマトリクスをスペーサーとしても用いるようにしてもよい。

【0017】また、単曲面形状は凹面でも凸面でもよく、また単一の曲率半径で形成されていなくともよい。

【0018】また、前記第1の基板または前記第2の基板の少なくとも一方は、前記第1の基板および前記第2の基板の長辺方向または短辺方向のいずれか1方向と実質的に平行な母線を有する単曲面形状を有するように、前記母線の方向と実質的に垂直な方向に沿って残留応力分布を有するようにしてもよい。ここで母線（Generatrix）とは、ある線の移動により面が形成されたとき、この移動する線のことである。直線の母線により形成される面を線織面（Ruled surface）といい、ねじっていない線織面を単曲面（Single-curved Surface）という。また母線が移動するときにそれを導く線を導線といふ。本発明の液晶表示素子は例えば母線が導線上を平行に移動して形成される柱面（Cylindrical surface）のような単曲面形状を有しており、また本発明の液晶表示装置は液晶表示素子を例え柱面のような単曲面形状に保持したものである。

【0019】また、前記第1の基板と前記第2の基板との間隙が大気圧に対して減圧状態になるように調節する圧力調節手段をさらに具備するようにしてもよい。圧力調節手段としては例えば液晶層が挟持された第1の基板と第2の基板との間隙に形成された閉空間と連続して表示領域の外側に、内部が減圧された減圧だめを配設するようにしてもよい。このような構成を採用することにより、液晶層には第1の基板と第2の基板の外側から常に大気圧により押压力が加わることになり、温度変化や湿度の影響などによらず第1の基板と第2の基板との間隙を一定に保持することができる。

【0020】また、前記第1の基板または前記第2の基板の少なくとも一方は、可撓性を有する樹脂材料を用いて形成するようにしてもよい。

【0021】本発明の液晶表示装置は単曲面形状を有する液晶表示素子と、前記液晶表示素子をその単曲面形状の曲率半径が大きくなるように保持する手段とを具備したことを特徴とする。

【0022】また本発明の液晶表示装置は、液晶表示素子と、前記液晶表示素子を単曲面形状に保持する手段とを具備したことを特徴とする。

【0023】また本発明の液晶表示装置は、単曲面形状を有する液晶表示素子と、前記液晶表示素子を平面状に

保持する前記液晶表示素子よりも高い剛性を有する保持手段とを具備したことを特徴とする。液晶表示素子よりも高剛性の筐体により液晶表示素子を所定の形状に保持することにより、温度変化や湿度の影響などにより基板に歪みが生じた場合でも、液晶表示素子を所望の形状(平面、曲面)に保持し続けることができる。

【0024】すなわち、本発明の液晶表示素子はそれ自体が単曲面形状を有するものであり、外力を加えない状態でも自発的に曲面形状を有するように構成されている。このような本発明の液晶表示素子は、例えば第1の基板または第2の基板の少なくともいずれか一方の基板に、単曲面形状の母線と垂直な方向に残留応力分布を持たせるようにすることにより実現することができる。また曲面形状を有する第1の基板と、積層したとき第1の基板との間隙が一定になるような第2の基板とを積層して用いるようにしてもよい。

【0025】一方、本発明の液晶表示装置は液晶表示素子を筐体などにより意図的に曲面形状に保持したものである。さらに本発明の液晶表示装置は、湾曲した液晶表示素子を、この液晶表示素子よりも高い剛性を有する保持手段により所望の形状に保持したものである。例えばこのような本発明の液晶表示装置は、液晶層を挟持する基板を可撓性を有するような樹脂基板あるいは極めて薄いガラス基板などにより構成した液晶表示素子の端面を、液晶表示素子が単曲面形状になるように筐体、フレームなどの保持手段により保持することにより実現される。さらに、上述したような曲面形状を有する本発明の液晶表示素子を、その曲率半径が大きくなるように、すなわち最も変位の大きな部分の変位量が小さくなるように筐体、フレームなどの保持手段で保持するようにしてもよい。このようにすることにより、例えば樹脂基板などが温度変化や湿度の影響などにより変形が生じる場合でも、この応力を上回るような力で液晶表示素子が保持されているので、液晶表示素子の変形が防止される。

【0026】また本発明の液晶表示素子または液晶表示装置では、液晶表示素子の湾曲は凹面でも凸面でもよいが、変位量(平面上に置いたとき変位が最も大きくなる位置における変位量が、基板厚の約2倍以上に設定する)によてもよい。

【0027】このように本発明の液晶表示素子においては、液晶層を挟持する基板として、薄いガラス板や樹脂基板などを採用することにより、液晶表示素子を軽量化することができる。

【0028】また基板を薄くしたり樹脂を用いることにより、液晶表示素子には、熱的影響や湿度の影響などにより経時に応力が加わるが、本発明の液晶表示素子では、あらかじめ曲面形状に形成することにより、液晶層を挟持する間隙を一定に保ちやすくしている。本発明の液晶表示装置では液晶表示素子の曲面形状を予め定められた状態に規定することにより、熱的影響や湿度の影響

10

20

30

40

50

などにより経時に応力が加わっても、不規則な変形が防止される。例えば矩形の液晶表示素子の長辺にそって曲面に沿った溝を有するようなリジッドな部材をフレームとして保持するようにしてもよい。さらに、液晶表示素子を第1の基板と第2の基板の外側から挿入込むようなフレームを設け、フレームの間隙を湾曲した液晶表示素子の最大変位量よりもわずかに小さくして、液晶表示素子の曲率半径が大きくなるようにすなわちよりフラットな状態に保持するようにしてもよい。

【0029】液晶表示素子それ自体を湾曲させる別の方針として、例えば第1の基板または第2の基板の少なくともいずれか一方の基板上に応力分布を持った薄膜などを成膜するようにしてもよい。この場合、液晶表示素子の単曲面形状の母線方向には残留応力が均一に分布するように、かつ単曲面形状の母線方向と垂直な方向には残留応力が分布するように形成する必要がある。このような残留応力を有する薄膜は、例えば母線方向には均一に、かつ母線方向と直角方向には温度分布を持たせて薄膜を成膜し、成膜終了後室温まで冷却した際に残留応力が働くようにすることにより形成するようにしてもよい。

【0030】このように液晶表示素子の形状を予め定められた曲面形状に規定することにより、経時に生じる応力等による液晶表示素子の不規則的な変形を抑制することができる。これは、意図的に液晶表示素子を三次元形状に形成することにより強度が向上するためである。原理は構造部材のアングル・チャンネルなどと同様、液晶表示素子面とほぼ垂直方向の自由度が制限されるためである。

【0031】さらに液晶表示素子を表示面が凹面形状になるように湾曲させることにより、室内の照明などの光が直接映り込むことを防ぐことができる。たとえばCRTでこのような形状をとるためには表示面のガラスを凹面にしなくてはならない。これは防爆上きわめて困難である。

### 【0032】

【発明の実施の形態】以下に本発明についてさらに詳細に説明する。

(実施形態1) 図1は本発明の液晶表示素子を概略的に示す図であり、図2はこの液晶表示素子の断面構造を概略的に示す図である。この液晶表示素子10は、表示領域に画素電極がマトリクス状に配設されたアレイ基板11と、対向電極が配設された対向基板12と、アレイ基板と対向基板との間に挟持された液晶層13とを具備しており、全体が柱面形状に湾曲している。16は表示領域である。

【0033】アレイ基板11と対向基板12との間隙、すなわち液晶層の厚さ13は、この間隙に配設されたプラスチックからなる直径約5μmの球状のスペーサー14により保持されている。このスペーサー14は例えば

静電散布法により、基板上での配設密度ができるだけ均一になるように散布されている。またアレイ基板11と対向基板12との間隙の周囲は紫外線硬化型樹脂材料からなるシール材15により封止され液晶層13を液密に封止している。

【0034】アレイ基板11は大きさ約240mm×約170mm、厚さ約0.7mmのガラス基板上に、成膜プロセスとフォトエッチングプロセスとを繰り返して画素電極とこの画素電極を駆動する薄膜トランジスタを含む駆動手段とをアレイ状に配設したものである。対向基板は、厚さ約0.3mmのアクリル樹脂ポリマーからなるフィルムを基材層とし、この両面に成膜された厚さ約500nmのシリコン酸化膜(SiO<sub>x</sub>)膜と、液晶層を挟持する面のシリコン酸化膜上に配設された厚さ約100nmのITO(Indium Tin Oxide)膜とから構成されている。なお、アレイ基板11、対向基板12の液晶層13を挟持する面には、配向膜が配設されている。

【0035】そして、この液晶表示素子10はアレイ基板11および対向基板12の短辺と平行な辺を母線20とした柱面形状に湾曲している。柱面形状の湾曲面の曲率半径は例えば約1m～4m程度である。本発明の液晶表示素子の湾曲の度合いは任意であるが、少なくとも基板厚の2倍以上の変位を有するように構成することが好適である。

【0036】このような構成を採用することにより本発明の液晶表示素子は、基板材料として薄いガラス基板や樹脂基板を用いる場合でも、その強度を維持することができる。また比較的重たいガラス基板の厚さを削減し、またもう一方に基板には軽量な樹脂基板を用いることにより、液晶表示素子を軽量化することができる。さらに、表示面が凹面形状になっているので、背景などの映り込みが低減して視認性を向上することができる。

【0037】(実施形態2) つぎに図1、図2に例示した本発明の液晶表示素子10の製造方法の1例を概略的に説明する。

【0038】まずアレイ基板11を周知の方法により作成する。もう一方の基板である対向基板12は、厚さ約0.3mmのアクリル樹脂ポリマーからなるフィルムを基材層とし、この両面に厚さ約500nmのシリコン酸化膜(SiO<sub>x</sub>)膜をプラズマCVD法などにより成膜し、さらに液晶層13を挟持する面のシリコン酸化膜上に配設された厚さ約100nmのITO(Indium

Tin Oxide)膜をマグネットロンDCスパッタ法などにより成膜する。ついで、このようにそれぞれ準備したアレイ基板11と対向基板12とを、例えば静電散布したスペーサー14を介して対向配置し、表示領域の周辺部を紫外線硬化型樹脂などからなるシール材で封止する。この製造例では、アレイ基板11と対向基板12とを紫外線硬化型シール材15により周辺で貼り合わ

10

す工程で、液晶表示素子10の形状を湾曲させている。図3はアレイ基板11と対向基板12とを張り合わせてその周囲を封止する工程の例を説明するための図である。すなわち、スペーサー14を介して対向配置したアレイ基板11と対向基板12とを曲率半径1.5mのプレス型21a、21bに挟み込みながら、未硬化のシール材15に紫外線を照射して硬化させた。シール材15の硬化後、このプレス型21a、21bからとりはずした直後の液晶表示素子10の表示面の曲率半径は約2.3mでやや内側に湾曲した状態となっていた。

【0039】ついで、例えばシール材15の一部を開口して配設された液晶組成物の注入口から液晶組成物を注入し、この注入口を封止することにより液晶表示素子10が完成する。なお、偏光板が必要な表示モードの液晶表示素子10を製造する場合には、この後必要に応じて偏光板を貼り付けるようにすればよい。

20

【0040】(実施形態3) 実施形態2のように製造した本発明の液晶表示素子10を、そのままの状態で相対湿度が約45～60%、温度約20～23℃の一般的な条件に設定した室内で2週間放置したところ、表示面側のアクリル系ポリマーからなる対向基板が膨張し、曲率半径が約3.5mまで大きくなった。対向基板の含有水分を製造直後と放置後で比較したところ、2週間の放置期間中に吸湿し、含有水分量が増えていることがわかった。

30

【0041】本発明者らは、このような液晶表示素子の形状の経時的変形をさらに正確に実証するために、実施形態2のように製造した液晶表示素子10を、相対湿度を10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%に管理し、温度23℃に設定した恒温槽内に各15枚ずつ2週間にわたって保持した。2週間放置したときには液晶表示素子10の曲率半径はすでに安定し、ほとんど変動が収まった状態であった。図4は湿度と液晶表示素子の曲率半径との関係を示すグラフである。グラフのエラーバーは測定したサンプル各15個ずつのばらつき(3σ)を示している。

40

【0042】図4に示したグラフからわかるように、湿度の影響により液晶表示素子の湾曲は大きくなること、そして湾曲の度合いは環境中の湿度が大きいほど激しいことがわかる。

(実施形態4) このような液晶表示素子を従来と同様の筐体で保持したならば、液晶表示装置として組み立てた後、液晶表示素子の中央が持ち上がることになり、表示品質の面からも信頼性の面からも問題が大きい。このような変形を抑制するために、例えば表示面側から液晶表示素子より剛性の高い透明な基板で押さえつけるようにしてもよいが、これではせっかく樹脂基板用いて液晶表示素子を軽量化したのに、また重くなってしまう。

50

【0043】図5は本発明の液晶表示装置の構造の例を概略的に示す図である。前述したような本発明の曲面形

状を有する液晶表示素子 10 はこのまま湾曲した状態で表示装置として用いることもできるが、本発明者らは上述の液晶表示素子 10 をより安定に保持するために、この液晶表示素子 10 よりも剛性の高いフレーム 22 とバックライト 23 の光散乱板と兼用された圧板 24 により押えつけてフラットに保持した。

【0044】この時の平面とすることにより加えられた歪みは温度や湿度変化による、樹脂基板の寸法変化を上回るものである。このように筐体に保持した本発明の液晶表示装置を前述同様の湿度を様々に変化させた恒温槽内に 2 週間にわたって放置したところ、環境変化による液晶表示素子 10 の湾曲は生じなかった。

【0045】(実施形態 5) 図 6 は本発明の液晶表示素子 10 の構造の別の例を概略的に示す図である。この液晶表示素子 10 の基本的構成は、図 1 に例示した本発明の液晶表示素子 10 と同様であるが、アレイ基板 11 b、対向基板 12 ともアクリル系樹脂ポリマーからなっている。

【0046】アレイ基板 11 b は大きさ約 240 mm × 約 170 mm、厚さ約 0.7 mm のアクリル系樹脂ポリマーからなる基板上に、成膜プロセスとフォトエッチングプロセスとを繰り返して画素電極とこの画素電極を駆動する薄膜トランジスタを含む駆動手段とをアレイ状に配設したものである。なお、薄膜トランジスタはこの樹脂基板の耐熱温度である約 150 ℃ より低い温度プロセスにより形成した。

【0047】対向基板 11 b は、厚さ約 0.3 mm のアクリル樹脂ポリマーからなるフィルムを基材層とし、この両面に成膜された厚さ約 500 nm のシリコン酸化膜 (SiO<sub>x</sub>) 膜と、液晶層 13 を挟持する面のシリコン酸化膜上に配設された厚さ約 100 nm のITO膜とから構成されている。もちろんこれら両基板を同じ厚さ、同じ剛性に形成するようにしてもよいが、前述の例のように材質や厚さを変えることにより、両基板間の剛性を変えた方が、環境変化に伴う歪みをより効果的に吸収できることから好適である。特に、表示方向から見て裏面側により剛性の高い基板を用いることにより、環境変化に伴う歪みをより効果的に吸収することができる。

【0048】なお、この例では液晶表示素子の単曲面の曲率半径は、張り合わせた時には約 1 m であり、貼り合われ工程の後は、力を加えない状態で曲率半径約 2.3 m であった。この液晶表示素子も前述同様に平面に保持して用いるようにしてもよい。また、曲率半径がより大きくなるように筐体で保持して用いるようにしてもよい。

【0049】(実施形態 6) 本発明の液晶表示装置は、液晶表示素子を、その力学的な安定状態から意図的に歪ませた状態で保持することを特徴としている。したがって、例えばアレイ基板と対向基板とを張り合わせる際、また例えば湾曲するように形成した液晶表示素子を曲率

半径が大きくなるように筐体等に保持する際などに、両基板の距離が前述のスペーサで規定された間隙より大きくなることは好ましくない。液晶層の厚さが表示領域に不均一に分布すると、透過光強度が不均一になって表示ムラを生じてしまうからである。

【0050】図 7 は本発明の液晶表示素子のさらに別の例を概略的に示す図であり、表示領域の端部を拡大して示している。

【0051】図 7 に例示した本発明の液晶表示素子 10

10 は、液晶表示素子に変形が生じても液晶層の厚さを均一に保持するために、例えば液晶層を保持するアレイ基板と対向基板との間の圧力が大気圧に対して減圧されるよう調節する圧力調節手段を備えたものである。すなわちこの液晶表示素子 10 は、アレイ基板 11 と対向基板 12 とシール材 15 とにより形成された液晶層を封入するための閉空間と接続して配設された圧力調節手段である減圧室 31 を備えている。減圧室 31 と液晶層を封入した封入室 32 との間は、液晶組成物に対しぬれ性の悪い、例えばテフロンなどからなるキャピラリー 33 a を有する隔壁 33 により分離されている。キャピラリー 33 a により基板間隙 32 と減圧室 31 との間は連続しており、キャピラリー 33 a により液晶層が封入された基板間隙 32 と減圧室 31 の圧力は平衡状態になっている。減圧室 31 は液晶層から見ると気泡であり、これが表示部に移動することは避けなければならない。キャピラリー 33 a を備えた隔壁 33 はの部分は気泡が表示領域に移動することを避けるために設けられている。

【0052】この隔壁 33 の厚さは、アレイ基板 11 と対向基板 12 との間隙を保持するためのスペーサ 14 と同じ約 5 μm である。

【0053】液晶層 13 を構成する液晶組成物をアレイ基板 11 と対向基板 12 との間隙 32 に注入した後の減圧室 31 内部の圧力は 0.31 気圧であった。このように液晶層と連続して減圧された空間があると、液晶組成物は一般に粘性が高いといえ液体であるから、パスカルの原理により約 0.7 気圧、すなわち約 700 g / cm<sup>2</sup> の圧力で、アレイ基板 11 と対向基板 12 の外側から大気により押えつけられることになる。したがって、液晶表示素子を曲げたり変形させたり、あるいは外力を加えない状態で湾曲した液晶表示素子 10 をフラットにしても、この押压力によりアレイ基板 11 と対向基板 12 との間隙はスペーサの 5 μm を保つことができる。

【0054】(実施形態 7) ここで、樹脂材料からなる基板の寸法に対する湿度の影響について説明する。図 8 は樹脂基板の吸湿とその寸法変化との関係を示すグラフである。ここでは、アクリル系樹脂のポリマーからなる厚さ約 1 mm の樹脂基板を、約 120 ℃ の窒素気流中で十分に乾燥させた後、温度 25 ℃、湿度 60 % に調節した室内に放置して吸湿させ、その寸法を変化の様子を測定した。寸法測定はすべて室温 (25 ℃) で行ってお

り、基板寸法に対する熱膨張の影響を除去するようにしている。

【0055】図8からわかるように、樹脂基板は吸湿の度合いと比例して膨張していることがわかる。また、この測定例の範囲では初期の数時間を除いて、放置時間と寸法変化との間に線形性が認められる。

【0056】この測定結果は、アクリル系樹脂ポリマーからなる所定厚の基板に対して行ったものであるが、多くの樹脂は吸湿により寸法を変化（膨張・収縮）させることが知られている。したがって樹脂基板を用いて液晶表示素子を構成する場合には、製造プロセスから実際の使用時まで、周囲の環境により基板寸法が変化して、いわゆるバイメタル効果により、反りや、浮き上がりなどの問題を生じやすい。

【0057】実施形態1乃至実施形態7で説明した液晶表示装置では、予め湾曲させた液晶表示素子10を、残留した内部応力よりも大きな力で筐体に保持することにより、周囲の環境によらずその形態を安定に保持することができる。また、アレイ基板と対向基板との間の空間の厚さも常に一定に保持することができるから、表示品質を低下させることなく、表示装置の信頼性を向上することができる。

【0058】(実施形態8) 図9は本発明の液晶表示装置の構成の例を概略的に示す図である。

【0059】この液晶表示装置は、液晶表示素子10を、この液晶表示素子10が例えば柱面のような単曲面形状になるように保持する筐体40とを有している。筐体40の側板40a、40bには、液晶表示素子を表示面の両面から保持するとともに、液晶表示素子10を曲面形状にするための曲率を持った溝41a、41bとが配設されている。この溝41a、41bに液晶表示素子10をはめ込むように保持することができる。なお筐体40の剛性は、液晶表示素子10のそれよりも大きくなるように形成した。

【0060】なお、挟持する液晶表示素子10は、もともと平坦な形状を有するものでもよいし、上述したように単曲面形状を有するようなものでもよい。後者の場合には、筐体に保持する前の液晶表示素子の曲率半径よりも、保持した状態での曲率半径の方が大きくなるように保持することが好適である。

【0061】このような単曲面形状に液晶表示素子を保持することにより、基板の残留応力の不均一、温度変化、湿度の影響などに起因する不規則な平面性の乱れの発生を防止することができる。筐体40は従来のベゼルと同様の役割を持たせることができる。すなわち、該筐体内4にドライバICなどを入れ込むことができるとため、狭額縁の液晶表示装置を提供することができる。また、液晶表示素子の裏面側に形成される空間を利用して駆動回路、照射光学系、電源などの周辺回路を配設することができ、液晶表示装置をコンパクトにすることがで

きる。

【0062】図9の例では、液晶表示素子が使用者から見て凹面形状になるように筐体40により保持している。このような構成を採用することにより、背景や照明等の映り込みを避けることができる。

【0063】図10は凹面形状を有する本発明の液晶表示素子を、図11は凸面形状を有するCRTディスプレイの表示画面をそれぞれ模式的に示す図である。

【0064】図11に比較のために示したように、表示画面が凸面形状を有している場合、背景や、照明などが表示画面に反射し、オペレータの視点に直接入射してしまう。すなわち背景、照明が画面に映り込んでいる。これは、画面が凸面になっている以上避け難い問題である。照明の位置を多少移動しても、表示画面の別な位置で反射した光が視点に到達してしまうことがわかる。一方本発明の液晶表示素子のように表示画面を凹面形状に湾曲させた場合、図中上側からの入射光が凹面により図中下側に反射され、オペレータの視点に入ることがない。すなわち、照明の映り込みを防止できることがわかる。

【0065】このように、本発明の液晶表示素子によれば、高表示品位でかつ軽量な液晶表示装置を提供でき、さらに部屋の照明などの画面への映り込みを低減することができる。また、湾曲した液晶表示素子の背面と背板との間に形成される空間に周辺回路を配設することにより軽量かつコンパクトな液晶表示装置を提供することができる。

【0066】(実施形態9) ここで、液晶表示素子を自律的に単曲面形状を有するように製造する別な方法について説明する。本発明の液晶表示装置は、アレイ基板11と、対向基板12と、液晶層13とを含む積層物が自律的に例えば柱面などの単曲面形状になるように形成されたものである。

【0067】前述では、アレイ基板11と対向基板12とをスペーサー14を介して対向配置し、シール材により周辺を封止すると同時に固定する際に外力を加えながら行うことにより湾曲させた例を説明した。これ以外の方法として、例えばアレイ基板11または対向基板12の少なくとも一方の基板を、積層されたアレイ基板11および対向基板12の長辺方向または短辺方向のいずれか1方向と実質的に平行な母線を有する単曲面形状を有するように、母線の方向と実質的に垂直な方向に沿って残留応力分布を有するように形成するようにしてもよい。例えばアレイプロセス後のアレイ基板11上に、母線と垂直な方向に応力分布を有するような例えばパッシベーション膜などの薄膜を配設するようにしてもよい。図12は単曲面の母線方向と実質的に垂直な方向に沿って残留応力分布を有する本発明のアレイ基板とその製造方法の例を説明するための図である。図12(a)は母線の方向と実質的に垂直な方向に沿って残留応力分布を

有するように形成したアレイ基板を模式的に示す図であり、図 12 (b) はアレイ基板に応力分布を有するような薄膜を成膜する様子を説明するための図である。

【0068】すなわちこのアレイ基板 11 は、単曲面形状に湾曲したアレイ基板 11 の母線方向 (x 方向) と垂直な方向 (y 方向) に残留応力分布を有する薄膜を配設したものである。母線方向の応力分布は均一である。

【0069】このような残留応力を有する薄膜は、例えば母線方向には均一に、かつ母線方向と直角方向には温度分布を持たせて薄膜を成膜し、成膜終了後室温まで冷却した際に残留応力が働くようにすることにより形成するようにしてよい。

【0070】樹脂基板を基材層として、この上に薄膜トランジスタアレイ、画素電極アレイなどをアレイプロセスにより形成したアレイ基板 11 をホルダ 50 上に載置し、図のようにアレイ基板 11 を部分的に加熱することができるよう照射光学系により加熱しながら薄膜を形成した。すなわち、アレイ形成プロセスが終了したアレイ基板 11 の一部領域のみを遮光板 52 を用いてランプ 51 で加熱しながら SiO<sub>x</sub> をスパッタ法などにより成膜した。ここでは、表示画面を凹面形状に湾曲させるために薄膜トランジスタ、画素電極などをマトリクスアレイ状に配設した上に、SiO<sub>x</sub> あるいは SiNxなどのバッファーション膜を応力分布を有するように成膜している。

【0071】なお、液晶表示素子 10 の表示面が凸面になるように湾曲させたい場合には、アレイ基板 11 の薄膜トランジスタ、画素電極などをマトリクスアレイ状に配設した側の裏面に、SiO<sub>x</sub> あるいは SiNxなどのバッファーション膜を応力分布を有するように成膜するようにすればよい。

【0072】ここで遮光板 52 は、アレイ基板 11 の一部領域だけが加熱されるようにするためのものである。このようなプロセスを経て作成した液晶表示素子 10 は、はじめから自律的に湾曲しているため、筐体 40 などにより強制的に外力を加えて単曲面形状に保持する必要が少なく、反りも均一で表示ムラが少なくすることができる。このように液晶表示素子の形状を予め定められた曲面形状に規定することにより、経時的に生じる応力等による液晶表示素子の不規則的な変形を抑制することができる。

【0073】(実施形態 10) 図 13 は本発明の液晶表示装置の構成の例を概略的に示す図である。

【0074】この液晶表示装置は、液晶表示素子 10 を、この液晶表示素子 10 が例えば柱面のような単曲面形状になるように保持する筐体 40 とを有している。この例では、表示画面側が凸面になるように液晶表示素子を湾曲させている。筐体 40 の側板 40a、40b には、液晶表示素子を表示面の両面から保持するとともに、液晶表示素子 10 を凸型の曲面形状にするための曲

率を持った溝 41a、41b とが配設されている。この溝 41a、41b に液晶表示素子 10 をはめ込むように保持することができる。なお筐体 40 の剛性も、液晶表示素子 10 のそれよりも大きくなるように形成した。

【0075】なお、挟持する液晶表示素子 10 は、もともと平坦な形状を有するものでもよいし、上述したように単曲面形状を有するようなものでもよい。後者の場合には、筐体に保持する前の液晶表示素子の曲率半径よりも、保持した状態での曲率半径の方が大きくなるように保持することが好適である。

【0076】このような単曲面形状に液晶表示素子を保持することにより、基板の残留応力の不均一、温度変化、湿度の影響などに起因する不規則な平面性の乱れの発生を防止することができる。

【0077】さて、液晶表示素子 10 をオペレータ側に凸形状に湾曲するように保持することにより、液晶表示素子 10 の裏側に空間が形成される。この裏側の空間には、例えば液晶表示素子の駆動回路、電源回路、バックライトなどの照明光学系などを配設するようにすればよい。

【0078】図 14 は、液晶表示素子の裏側の空間に駆動回路、電源回路、バックライトなどの照明光学系などの周辺回路を配設した液晶表示装置の構造の例を概略的に示す断面図である。液晶表示素子 10 の裏面には液晶表示素子 10 を凸形状に保持したことで大きいスペースが空いている。本発明の液晶表示装置ではこの空間に、ドライバ IC 61、電源回路 62などを実装した回路基板 60 を配設している。液晶表示装置が透過型の場合にはバックライトが必要だが、本発明の液晶表示装置では従来の完全平面型の液晶表示装置に比較して空間に余裕があるため、バックライト 63 も液晶表示素子の背面に配設している。また、筐体 40 の液晶表示素子を保持している側板 41a、41b 上にドライバ IC 等を実装することもできる。

【0079】このように、本発明の液晶表示装置によれば、高品位でかつ軽量な液晶表示装置を、ドライバ IC などの付加回路を液晶表示素子裏面側に入れ込むことでコンパクトでかつ狭額縁にすることができる。

#### 【0080】

【発明の効果】以上説明したように本発明の液晶表示素子によれば、基板材料として薄いガラス基板や樹脂基板を用いる場合でも、その強度を維持することができる。また比較的重たいガラス基板の厚さを削減し、またもう一方に基板には軽量な樹脂基板を用いることにより、液晶表示素子を軽量化することができる。さらに、表示面が曲面形状になっているので、背景などの映り込みが低減して視認性を向上することができる。

【0081】本発明の液晶表示素子は液晶層封入部に圧力調節手段を配設することにより、液晶表示素子を曲げたり変形させたりあるいは外力を加えない状態で湾曲し

た液晶表示素子をフラットにしても、大気圧からの押圧力によりアレイ基板と対向基板との間隙をスペーサにより規定される間隙に保つことができる。

【0082】また本発明の液晶表示装置によれば、自律的に湾曲した液晶表示素子を、液晶表示素子内部の残留応力よりも大きな力で筐体に保持することにより、周囲の環境によらずその形態を安定に保持することができる。また、アレイ基板と対向基板との間の空間の厚さも常に一定に保持することができるから、表示品質を低下させることなく、表示装置の信頼性を向上することができる。

【0083】また本発明の液晶表示装置によれば、曲面形状を有する液晶表示素子の裏面側と筐体との間に形成される空間を利用して、ドライバ回路、バックライトなどの周辺回路を搭載することができ、液晶表示装置を軽量でコンパクトにすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶表示素子を概略的に示す図。

【図2】図1に例示した液晶表示素子の断面構造を概略的に示す図。

【図3】アレイ基板11と対向基板12とを張り合わせてその周囲を封止する工程を説明するための図。

【図4】湿度と液晶表示素子の曲率半径との関係を示すグラフ。

【図5】本発明の液晶表示装置の構造の例を概略的に示す図。

【図6】本発明の液晶表示素子10の構造の別の例を概略的に示す図。

【図7】本発明の液晶表示素子のさらに別の例を概略的に示す図。

【図8】樹脂基板の吸湿とその寸法変化との関係を示すグラフ。

【図9】本発明の液晶表示装置の構成の例を概略的に示す図。

【図10】凹面形状を有する本発明の液晶表示素子の表示面を模式的に示す図。

【図11】凸面形状を有するCRTディスプレイの表示画面を模式的に示す図。

【図12】単曲面の母線方向と実質的に垂直な方向に沿って残留応力分布を有する本発明のアレイ基板とその製造方法の例を説明するための図。

10 【図13】本発明の液晶表示装置の構成の例を概略的に示す図。

【図14】本発明の液晶表示装置の構造の例を概略的に示す断面図。

【符号の説明】

10 ……液晶表示素子

11 ……アレイ基板

12 ……対向基板

13 ……液晶層

14 ……スペーサー

20 15 ……シール材

20 ……母線

21a, 21b ……プレス型

22 ……フレーム

23 ……バックライト

24 ……圧板

31 ……減圧室

32 ……封入室

33 ……隔壁

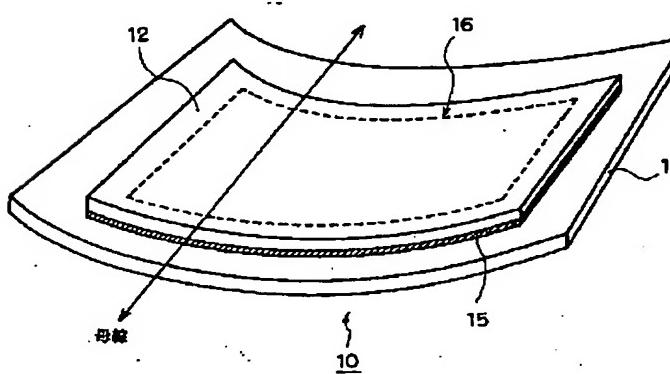
33a ……キャピラリー

30 40 ……筐体

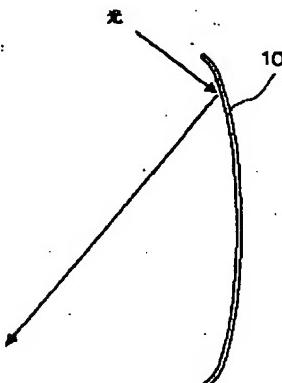
40a, 40b ……側板

41a, 41b ……溝

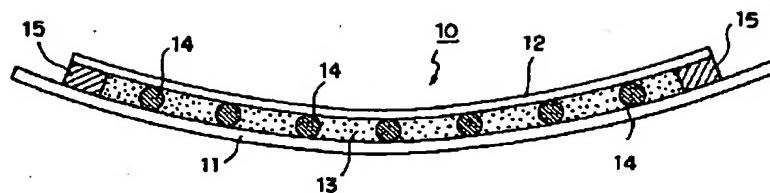
【図1】



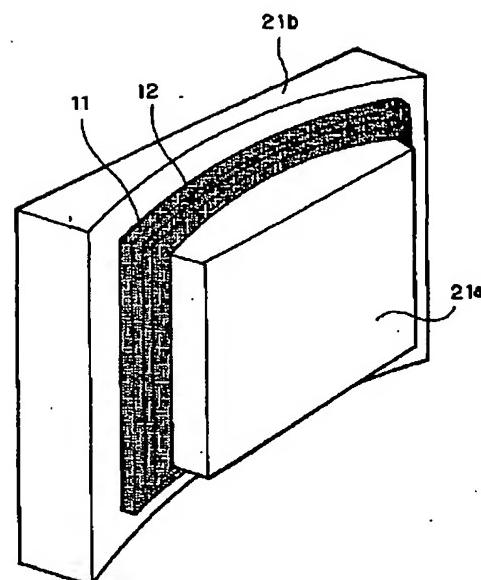
【図10】



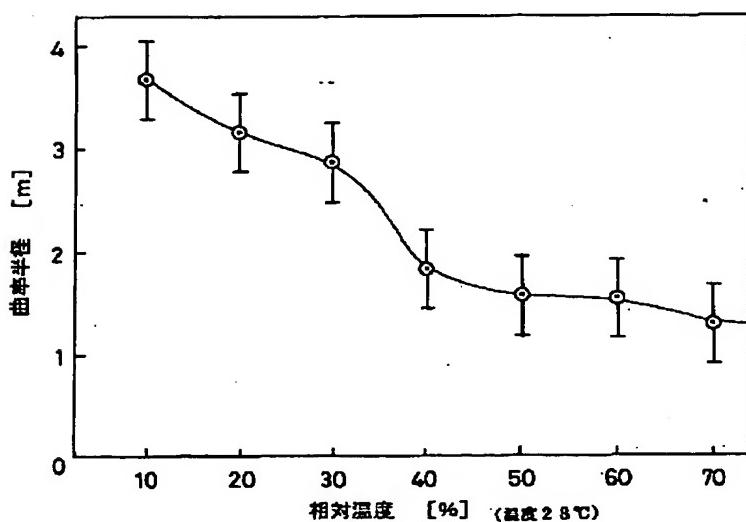
【図 2】



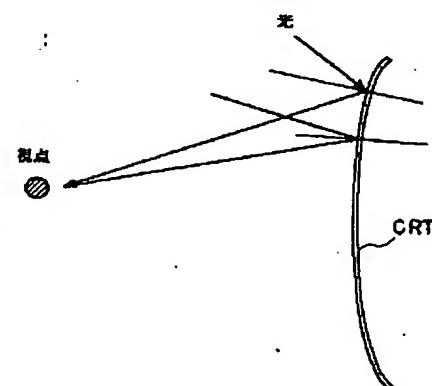
【図 3】



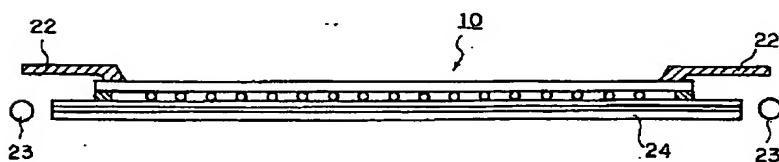
【図 4】



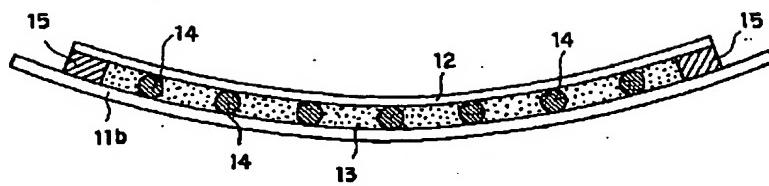
【図 11】



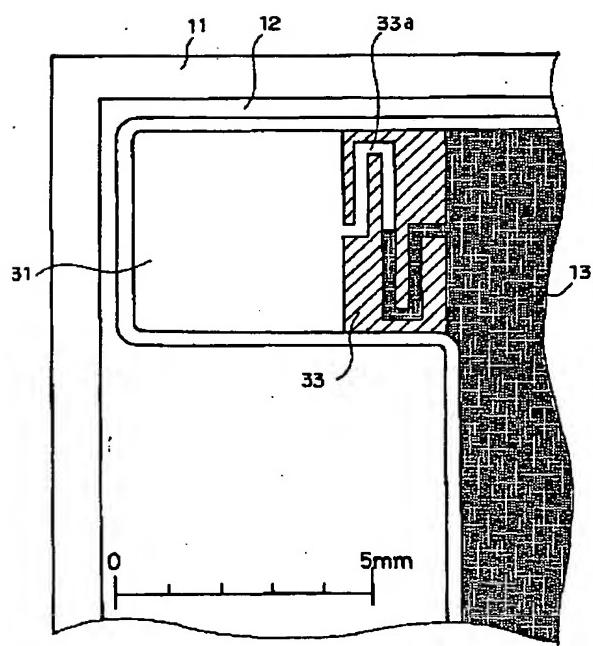
【図 5】



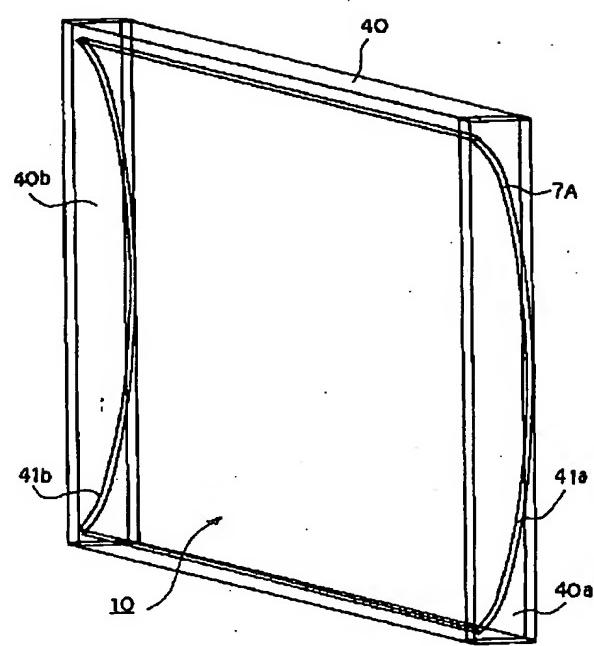
【図 6】



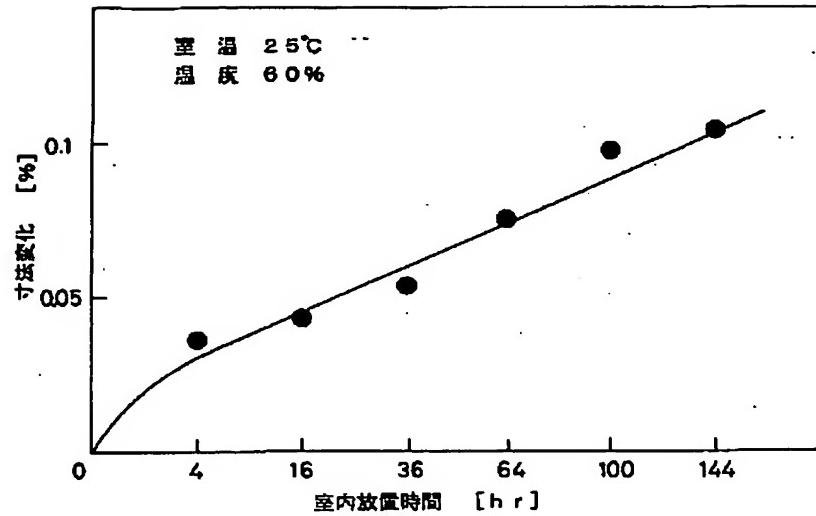
【図 7】



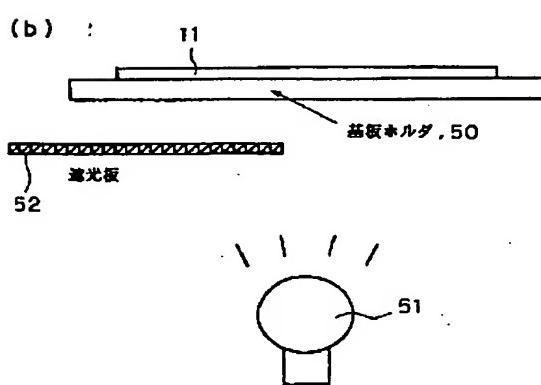
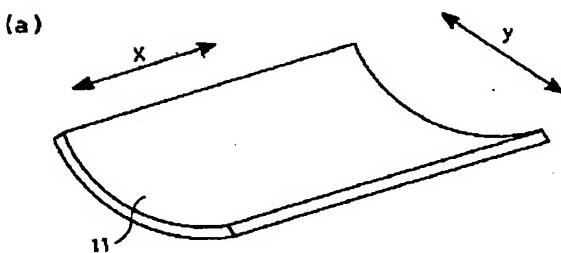
【図 9】



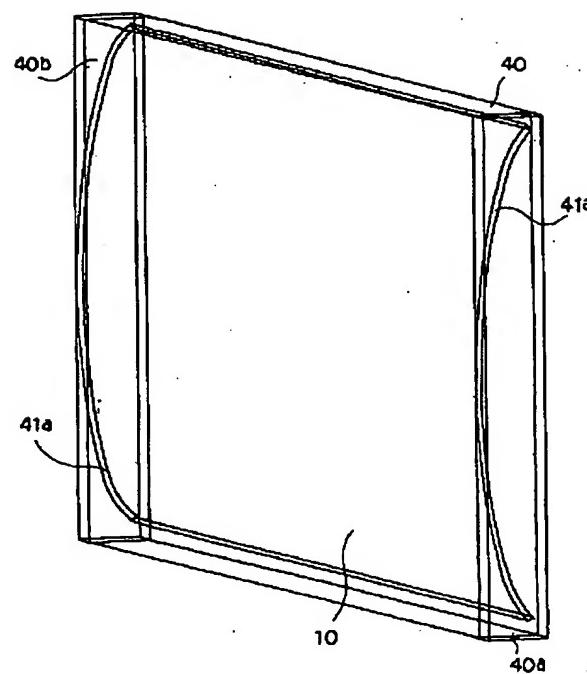
【図 8】



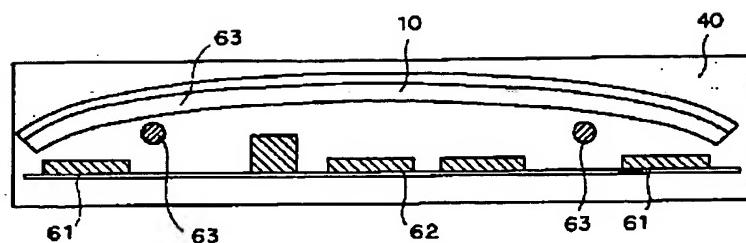
【図 12】



【図 13】



【図14】



---

フロントページの続き

(72)発明者 池田 光志

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33 株式会  
社東芝生産技術研究所内